

**MONTAJE -**

**Prueba de aceptación del sistema de bombeo fotovoltaico**

La publicación de la Caja de herramientas sobre sistemas de riego con energía solar ha sido posible gracias al apoyo brindado por la iniciativa mundial *Powering Agriculture*: *An Energy Grand Challenge for Development* (PAEGC) (Energía para la agricultura: Un gran desafío de energía para el desarrollo). En 2012, la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la Agencia Sueca de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Sida), el Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ) de Alemania, la empresa de energía Duke Energy Corporation y la Corporación de Inversiones Privadas en el Extranjero (OPIC) combinaron sus recursos para crear la iniciativa PAEGC. El objetivo de PAEGC es fomentar nuevos enfoques sostenibles dirigidos a acelerar el desarrollo y el establecimiento de soluciones de energía limpia que incrementen la productividad y/o el valor de la agricultura para los agricultores y agricultoras y las empresas agroindustriales en países en desarrollo y regiones emergentes que carecen de acceso a fuentes de energía confiables, asequibles y limpias.

Publicado por

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, por encargo del BMZ como socio fundador de la iniciativa mundial *Powering Agriculture:* *An Energy Grand Challenge for Development* (PAEGC), y  
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)

Responsable

Proyecto de la GIZ *Sustainable Energy for Food – Powering Agriculture* (Energía sostenible para la alimentación - Energía para la agricultura)

Contacto

[Powering.Agriculture@giz.de](mailto:Powering.Agriculture@giz.de)

Descargar

<https://energypedia.info/wiki/Toolbox_on_SPIS>

Acerca de

*Powering Agriculture*: *An Energy Grand Challenge for Development*: <https://poweringag.org>

Versión

1.0 (marzo de 2018)

Descargo de responsabilidad

Las denominaciones empleadas y la presentación del material en este producto informativo no implican juicio alguno de parte de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), o los socios fundadores de la iniciativa PAEGC, sobre la condición jurídica o el grado de desarrollo de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la GIZ, la FAO o alguno de los socios fundadores de la iniciativa PAEGC los aprueben o recomienden, dándoles preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionan. Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es) o autora(s), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o las políticas de la GIZ, la FAO o ninguno de los socios fundadores de la iniciativa PAEGC.

La GIZ, la FAO y los socios fundadores de la iniciativa PAEGC fomentan la utilización, la reproducción y la difusión del material presentado en este producto informativo. A menos que se indique lo contrario, el material puede ser copiado, descargado e impreso con fines de estudio privado, enseñanza e investigación científica, o para su utilización en productos o servicios no comerciales, siempre que se otorgue a la GIZ y la FAO el debido reconocimiento como fuentes y como titulares de los derechos de autor.



© GIZ y FAO, 2018

# montaje – Prueba de aceptación del sistema de bombeo fotovoltaiCo

**Nota:**

Mediante el uso de **DISEÑA – Herramienta de cálculo de la bomba** puede confirmar la carga total (metros o pies), la capacidad del módulo fotovoltaico recomendada (kWp) y la velocidad de flujo (litros o galones/minuto), y para recalcular la instalación real.

## Introducción

Los resultados de la prueba de aceptación muestran la diferencia entre el rendimiento proyectado y el rendimiento real del sistema de bombeo. El siguiente procedimiento describe una prueba de aceptación relativamente simple que puede llevarse a cabo tras la instalación o en cualquier momento durante el funcionamiento.

La prueba de aceptación puede realizarse usando el sistema de seguimiento básico descrito en el módulo **INFÓRMATE**; además se requieren un sensor de irradiancia solar y un medidor del nivel de agua con sonda de inmersión (*dipper*) para medir el nivel dinámico del agua.

## Procedimiento

Durante el procedimiento de aceptación se siguen los siguientes pasos:

a) Comprobar la orientación del generador solar

b) Medir la irradiancia solar, S

c) Calcular la potencia eléctrica de salida del generador solar, Pel.

d) Medir y calcular la carga de bombeo total, HT

e) Medir el flujo de agua real, Qmeas.

f) Comparar el valor medido con el flujo de agua teórico

Las mediciones b), d) y e) deben llevarse a cabo dentro de un breve intervalo de tiempo en condiciones de cielo despejado, sin nubes durante la medición. Son recomendables al menos dos pruebas de aceptación, con medición a niveles de alta irradiancia (800 – 1000 W/m2) y de baja irradiancia (aprox. 500 W/m2).

## MediR eL azimut y EL ángulo de INCLINACIÓN del generador solar

En el hemisferio norte, los paneles solares se orientarán hacia el sur para maximizar el rendimiento energético. En consecuencia, en el hemisferio sur, los paneles solares deberán estar orientados hacia el norte. Es posible desviarse de la orientación norte/sur exacta, pero ello dará lugar a una disminución del rendimiento energético. El ángulo azimutal del generador solar puede medirse con una brújula magnética o con teléfonos inteligentes con una aplicación de brújula integrada.

Los módulos solares están siempre inclinados en el ángulo de inclinación **α**, que permite optimizar la captura de radiación solar en la superficie del panel. El ángulo de inclinación **α** debe seleccionarse según la latitud en la que esté instalado el sistema de bombeo. Así, los valores típicos del ángulo de inclinación pueden estimarse recurriendo a la siguiente regla:

**α** = valor absoluto de la latitud geográfica + / - 10º

Para aplicaciones centradas en los meses invernales, se puede aumentar el ángulo de inclinación hasta +10º, para los meses de verano, el ángulo de inclinación puede reducirse hasta ‑10º. Sin embargo, para permitir que el agua de lluvia y el polvo acumulado se escurran y caigan fuera de la superficie del panel, el ángulo de inclinación debería ser **al menos de 15°**, incluso si el sistema está instalado cerca del ecuador. El ángulo de inclinación **α** puede medirse con un transportador. Las aplicaciones de teléfonos inteligentes para medir la inclinación constituyen una buena alternativa.

## Medir la irradiancia solar, S

Para medir la irradiancia solar, use un sensor calibrado, generalmente una célula solar calibrada, conectado a un multímetro digital (véase la Figura 1). Expuesto al sol, el sensor solar genera un voltaje de corriente continua que aumenta de forma directamente proporcional a la irradiancia solar. El fabricante del sensor proporciona un factor de calibración que permite calcular el valor de irradiancia real; el sensor mostrado en la Figura 1, por ejemplo, tiene un factor de calibración de 96 mV/1000 W/m2.

Instale el sensor solar en el plano inclinado del generador solar, tome la lectura del multímetro en mV y calcule la irradiancia solar correspondiente en W/m2.

Nota: Durante la medición, evite que se proyecten sombras sobre el sensor solar.



Fuente: GIZ/ Reinhold Schmidt, 2015

Figura 1: Medición de la irradiancia solar

1. Calcular la potencia eléctrica de salida del generador solar, Pel.

Si se usa el valor medido de la irradiancia solar, el generador solar produce una potencia eléctrica que se puede calcular como sigue:

Ppico

Pel. = FCP x x S

1000 W/m2

El factor de corrección FCp se determina usando los siguientes valores de temperatura ambiente:

|  |  |
| --- | --- |
| **Tamb [°C]** | **FCp** |
| 25 | 0,90 |
| 30 | 0,85 |
| 35 | 0,80 |

Ppico es la potencia pico tal y como se indica en los paneles solares.

1. Medir y calcular la carga de bombeo total, HT

La carga de bombeo total puede determinarse midiendo la presión del agua en p1 y el nivel dinámico del agua Hd (véase la Figura 2):

HT  = Hd + Hp1 en metros



Fuente: GIZ/ Reinhold Schmidt, 2015

Figura 2: Medición de la carga de bombeo total

Nota: Para medir el nivel dinámico del agua en el pozo se recomienda usar un medidor del nivel de agua con sonda de inmersión tal y como se muestra en la Figura 3. En caso de bombeo desde una fuente de agua superficial, el nivel dinámico del agua suele mostrar solo una pequeña variación y debería medirse directamente. Para medir la presión del agua p1, es altamente recomendable usar un manómetro de presión nuevo y calibrado; en ese caso, el manómetro de presión instalado puede ser sustituido para esta medición.



Fuente: Solinst Canada Ltd., 2015

Figura 3: Medidor del nivel de agua con sonda de inmersión

**Medir el flujo de agua real, Qmeas.**

Hay dos posibilidades de determinar el flujo de agua real: tomar la lectura del medidor de flujo de agua instalado o usar un cubo, lo más grande posible, medir el volumen del cubo y el tiempo que tarda en llenarse tal y como se muestra en la Figura 4. Ambas mediciones arrojan datos muy precisos.



Fuente: GIZ/ Reinhold Schmidt, 2015

Figura 4: Medición del flujo de agua

1. Comparar el valor medido con el flujo de agua teórico

El paso final es determinar el flujo de agua teórico Qi con los valores dados de irradiancia solar y la carga de bombeo total, y comparar este valor con el flujo de agua medido Qmeas.

Para calcular el flujo de agua teórico, use las curvas de bombeo del fabricante para la unidad motor-bomba específica instalada. Seleccione la curva PQH correspondiente en el diagrama, determine el punto de trabajo real con la potencia eléctrica dada en el eje horizontal y lea el flujo de agua resultante Qi como se indica esquemáticamente en la Figura 5.

Las curvas de rendimiento de la bomba que se incluyen más abajo marcan la velocidad de flujo en el eje vertical y la potencia en el eje horizontal; cada línea representa una carga dinámica total diferente (TDH). Para una TDH en particular se pueden determinar las posibles velocidades de flujo de cada bomba. La potencia necesaria para lograr cada combinación flujo/carga se encuentra en el eje horizontal.



Figura 5: Determinación del valor teórico de flujo de agua

El flujo de agua medido en comparación con el valor teórico debería encontrarse dentro de los siguientes límites (+/- 15 %):

0,85 x Qi < Qmeas. < 1,15 x Qi

Si el flujo de agua medido está fuera de los límites dados, se recomiendan los siguientes pasos:

* Verificar todos los datos medidos y calculados y repetir medición en caso necesario.
* Comprobar el cableado del motor trifásico en el inversor/control: revertir dos cables cualquiera de los tres y repetir la medición.
* Comprobar el sensor de radiación, el manómetro de presión y el medidor de flujo de agua y repetir la medición.
* Contactar con la empresa instaladora y/o el proveedor si el flujo de agua continúa por debajo de los límites especificados.